

Máquinas eléctricas

Ing. Daniel G. Gionco

TEMARIO

1) Introducción a la asignatura

Presentación general de la materia, y su importancia para la carrera - Fuentes de estudio: Explicaciones del profesor con el registro de todo en la pizarra, características de la carpeta de clase y uso de fotocopias de esquemas, fotos y folletos de máquinas eléctricas que provee el profesor - Material en internet, entornos virtuales de aprendizaje y detalle de 7 libros de consulta disponibles en la biblioteca de la E.T. 17 y otras bibliotecas públicas - Uso de celulares para fotografiar las pizarras a fin de enviar el material a los alumnos ausentes y evacuar dudas en la toma de apuntes - Forma de explicación, clases de repaso previas a los exámenes, metodología de evaluación por parciales programados y algunos parcialitos sobre la clase anterior - Formación de concepto - Régimen de revisión de carpetas y su corrección - Clases de apoyo en diciembre y en febrero - Firma del alumno en señal de comprensión y conformidad.

2) Generalidades sobre las máquinas eléctricas rotativas

Repaso de conceptos fundamentales del electromagnetismo - Pérdidas involucradas y base experimental: Fuerza mecánica entre una corriente y un campo, y fuerza electromotriz inducida en un conductor que se mueve en un campo - Motores y generadores: Sentidos del par, la velocidad angular, la tensión y la corriente en cada caso - Acciones y reacciones en la conversión energética - Eje eléctrico y convertidor rotativo - Algunas ecuaciones básicas de las máquinas eléctricas rotativas: Cálculo de fuerzas y pares a partir de la ley de Biot-Savart y cálculo de la fuerza electromotriz a partir de la ley de Faraday-Lenz - Concepto de conductor activo - Fuerza magnetomotriz, intensidad de campo y flujo en los circuitos magnéticos - Ley de Hopkinson - Reluctancia del hierro y del aire - Idea de flujos dispersos - Panorama muy general de los distintos tipos de máquinas eléctricas rotativas.

3) Características básicas de las máquinas rotativas de corriente continua

Máquina elemental bipolar de CC: Principio de funcionamiento y conversión de la corriente alterna en continua por medio del colector - Reversibilidad de la máquina de CC - Aumento del número de polos - Partes constitutivas de una máquina multipolar de CC típica: Generalidades - Núcleo del inducido - Conmutador - Polos y circuitos magnéticos del estator - Bobinados del inducido - Estructura mecánica, sistema de enfriamiento, borneras y demás elementos complementarios de la máquina.

4) Análisis de las máquinas rotativas de corriente continua

Ecuación general de la FEM inducida en un bobinado de CC - Circuito equivalente y ecuación general de las tensiones de la máquina de CC - Ecuaciones generales de la potencia, del par y de la velocidad de la máquina de CC - Ecuación empírica del flujo y problemas para su determinación - Métodos de excitación magnética de la máquina de CC: Excitación por imanes permanentes / por electroimanes, excitación independiente / autoexcitación, autoexcitación derivación / serie / compuesta, conexión corta / conexión larga / conexión acumulativa / conexión diferencial - Principales pérdidas de la máquina de CC, también aplicables a otras máquinas - Pérdidas debidas al flujo principal: Pérdidas en el hierro del rotor por histéresis y corrientes parásitas, pérdidas en el hierro de las expansiones polares y pérdidas en otras partes metálicas del rotor - Pérdidas en el cobre de la excitación derivación o independiente - Pérdidas mecánicas por rozamiento y por resistencia del aire - Pérdidas debidas a la corriente de carga en el inducido: Pérdidas en el cobre de todos los bobinados en serie, pérdidas en el cobre del inducido por efecto pelicular y pérdidas en los contactos escobillas-delgas - Clasificación de las pérdidas en base a los conceptos de pérdidas constantes y pérdidas variables - Balance energético - Concepto de rendimiento, distintas expresiones para su cálculo y ejemplo numérico.

5) Motores de corriente continua

Curvas características de los motores de CC con excitación independiente, autoexcitación derivación, autoexcitación serie, autoexcitación compuesta acumulativa y autoexcitación compuesta diferencial - Estudio de las características velocidad-corriente, par-corriente y velocidad-par (o característica mecánica externa) para los distintos casos - Precauciones para evitar el aumento excesivo de velocidad (o embalamiento) - Aplicaciones prácticas de los diferentes tipos de motores de CC y análisis comparativo.

6) Gobierno de los motores de corriente continua

Generalidades sobre la puesta en marcha de los motores: Conceptos de par motor, resistente y acelerante, momento de inercia y sobrecorriente inicial, también aplicables a otras máquinas - Arranque de motores de

CC - Método de arranque reostático - Arranque a tensión reducida por ajuste de la fuente y por conmutación serie-paralelo de motores gemelos - Arranque directo - Métodos para el control de velocidad de motores de CC: Control reostático del inducido, control del campo excitador y control de tensión (Sistema Ward-Leonard electromecánico, rectificación controlada electrónicamente y ajuste de la tensión alterna de alimentación al rectificador).

7) Motores de colector para ambas corrientes

Motor serie universal: Funcionamiento con CC y con CA por la doble inversión de los campos estáticos y rotóricos - Construcción del circuito magnético para su empleo en alterna - Uso en herramientas eléctricas y en pequeños electrodomésticos.

8) Características básicas de los transformadores monofásicos de baja frecuencia

Definición de transformador - Conceptos básicos de funcionamiento - Partes constitutivas de un transformador típico: Generalidades - Circuitos magnéticos: Núcleos de columnas, acorazados, toroidales y de fleje bobinado - Forma de montaje de las laminaciones: Alternada, a tope, con sección cuadrada, rectangular o escalonada - Circuitos eléctricos: Bobinados concéntricos y alternados - Conductores circulares, de fleje o planchuela y uso de subconductores - Aisladores pasantes y descargadores de sobretensión - Conmutadores de tensión con y sin carga - Distintos sistemas de refrigeración natural y forzada - Dificultad del enfriamiento de máquinas de potencias elevadas - Características del aceite para transformadores - Reactores y transformadores para empleo en alta o baja tensión, para uso interior o intemperie, con pantalla para aislación elevada, transformadores rurales monofásicos y "bifásicos", etcétera.

9) Análisis de reactores y transformadores monofásicos

Introducción - Estudio del reactor ideal y del reactor real: Fórmulas, diagrama fasorial y circuito equivalente - Estudio del transformador ideal y del transformador real en vacío: fórmulas y diagrama fasorial - Estudio del transformador real en carga: fórmulas de aplicación - Acciones y reacciones en la conversión energética - Funcionamiento a flujo constante - Diagramas fasoriales con cargas inductivas, resistivas y capacitivas - Circuito equivalente exacto del transformador - Concepto de bornes homólogos - Transferencia de magnitudes entre los bobinados - Circuito equivalente exacto del transformador reducido al primario - Circuito equivalente aproximado del transformador - Circuito equivalente muy simplificado (o reducido) del transformador.

10) Autotransformadores monofásicos

Generalidades - Conceptos básicos de funcionamiento - Operación en vacío y relación de transformación - Operación con carga y corriente diferencial - Potencia de salida del autotransformador: Componente transformada y componente conducida desde el primario - Análisis comparativo frente al transformador y al divisor resistivo de tensión - Formas constructivas y aplicaciones típicas de los autotransformadores - Autortransformador de salida variable y su uso en estabilizadores automáticos de tensión.

11) Generalidades sobre las máquinas rotativas de corriente alterna trifásica

Introducción - Generación elemental de un sistema perfecto de tensiones trifásicas - Concepto de campo magnético rotante - Motores trifásicos básicos - Descripción general de los estatores de las máquinas rotativas trifásicas - Bobinados de las máquinas polifásicas - Ángulos eléctricos y mecánicos, pasos polares y de bobina - Concepto de factor de distribución y factor de paso, y su efecto sobre la fuerza electromotriz inducida - Ventajas y desventajas - Estudio del campo magnético rotante producido por los estatores trifásicos.

12) Características básicas de los motores asincrónicos trifásicos

Principio de producción de la cupla motora - Distintos tipos de rotores: Rotor bobinado y rotor en cortocircuito (jaula de ardilla) - Relación de transformación en reposo - Concepto de resbalamiento, distintas velocidades relativas involucradas y ejemplo numérico - Características del campo rotórico inducido.

13) Análisis de los motores asincrónicos trifásicos

Semejanza con un transformador de mayor entrehierro - Determinación de la corriente rotórica en función de su resistencia, reactancia y resbalamiento - Transferencia de magnitudes al estator - Circuito equivalente exacto por fase del motor asincrónico reducido al estator - Concepto de resistencia equivalente de carga - Ecuaciones generales de la potencia mecánica y del par del motor asincrónico.- Curvas características de potencia, velocidad, rendimiento, factor de potencia y corriente en función del par de motores asincrónicos típicos - Par máximo - Aspectos constructivos de los rotores - Ventajas de los rotores con doble jaula de ardilla y diferentes características mecánicas externas asociadas - Principales pérdidas de las máquinas asincrónicas - Pérdidas debidas al flujo magnético: Pérdidas en el hierro del estator, pérdidas en el hierro del rotor, pérdidas superficiales en el hierro y pérdidas en otras partes metálicas - Pérdidas mecánicas por rozamiento y por resistencia del aire - Pérdidas debidas a la corriente de carga:

Pérdidas en el cobre de los bobinados estáticos y rotóricos, pérdidas en el cobre por efecto pelicular - Pérdidas en las escobillas y reóstatos de los motores con rotor bobinado .

14) Gobierno de los motores asincrónicos trifásicos

Repaso de conceptos sobre la puesta en marcha de los motores - Sobrecorriente inicial y cupla asociada - Arranque directo de motores - Arranque a tensión reducida: por conmutación estrella-triángulo. por autotransformador y por control electrónico - Arranque con aumento de la impedancia estática: conexión de reactancias en serie, resistencias en serie y uso de autotrafo/reactancia (Sistema Kordorffer) - Arranque con bobinados parciales - Arranque con aumento de la impedancia rotórica - Métodos para el control de velocidad de motores asincrónicos: Control del número de polos (Sistema Dahlander) - Control electrónico de frecuencia y tensión, mediante cicloconvertidor y convertidor de enlace - Control del deslizamiento por variación de la tensión y por modificación de la impedancia rotórica mediante reóstatos o rectificadores controlados.

Anexo: aclaración importante

El contenido del presente temario y su desarrollo temporal es meramente orientativo; y puede verse afectado por los siguientes factores:

Baja preparación previa de los alumnos y pobre rendimiento académico de los mismos por sobrecarga laboral, turnos rotativos, domicilios lejanos, enfermedades crónicas, problemas familiares, paternidad precoz, violencia de género, etcétera - Jornadas para la mejora institucional - Jornadas de educación sexual integral - Jornadas para la nueva escuela secundaria - Proyección de documentales y charlas especiales - Reuniones de departamento - Asuetos por elecciones de Junta - Actos comiciales y censales - Feriados nacionales - Feriados puente y de ciertos bicentenarios - Actos escolares por feriados - Jornadas de duelo - Evaluaciones externas de auditoría escolar - Fechas de exámenes - Reuniones del centro de estudiantes - Ferias, olimpiadas, campamentos y similares - Simulacros de evacuación - Amenazas de bombas - Tomas del establecimiento escolar - Paros de transporte - Paros docentes - Cortes de agua - Interrupciones del suministro eléctrico - Asuetos por desinfección - Desmayos, accidentes o actos de conducta de algún alumno - Reuniones con padres y directivos - Ausencia generalizada de alumnos - Excesos en la llegada tarde de los alumnos - Eventos deportivos de gran repercusión social - Recesos por gripe u otras pandemias - Enfermedades del profesor o sus parientes directos - Incendios, tormentas vigorosas y muchos otros imponderables.